

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Program studi teknik industri adalah keilmuan teknik yang memiliki pendekatan multi-disiplin dengan fokus tiga hal yaitu perancangan, peningkatan, dan instalasi. Menurut *Institute of Industrial Engineers (IIE)*, Teknik Industri lebih berfokus kepada perancangan, peningkatan, dan instalasi dari sistem terintegrasi yang terdiri atas manusia, material, peralatan, dan energi untuk menspesifikasikan, memprediksi, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh dari sebuah sistem terintegrasi. Perancangan sistem terintegrasi mencakup perancangan sistem manajemen, perancangan sistem informasi, perancangan struktur organisasi dan perancangan struktur produk dan jasa. Perancangan produk menjadi salah satu point penting dalam keilmuan ini, bahkan dalam industri manufaktur sebuah produk bisa menjadi penentu kesuksesan ekonomi sebuah perusahaan. Produk adalah segala sesuatu yang dapat ditawarkan ke pasar untuk mendapatkan perhatian, dibeli, digunakan, atau dikonsumsi yang dapat memuaskan keinginan atau kebutuhan (Kotler, 2009). Begitu vitalnya peran produk dalam industri manufaktur ini maka proses merancang produk tidak boleh sembarangan dan harus berhati-hati.

Perancangan produk juga menjadi salah satu fokus yang dikembangkan oleh Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta (PSTI UAJY). Salah satu yang membedakan adalah desain produk berbasis CAD (*Computer Aided Design*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Program konsentrasi ini mempelajari tentang pengaplikasian teknologi CAD dan CAM untuk mendesain dan memproses sebuah produk menjadi sebuah prototipe ataupun *real product*. Konsentrasi CAD-CAM PSTI UAJY sejak tahun 2013 memiliki tiga fokus penelitian yaitu bidang *Artistic CAD-CAM*, Perancangan *Mold-Dies*, dan Solusi *Orthotics*. *Artistic CAD-CAM* dipilih karena melihat latar belakang kota Yogyakarta sebagai kota pelajar dan kota budaya, sehingga di kota ini banyak kerajinan-kerajinan yang berkembang khususnya kerajinan logam perak. *Artistic CAD-CAM* adalah pengaplikasian teknologi berbasis CAD-CAM untuk menciptakan produk-produk artistik seperti souvenir, aksesoris, dan perhiasan lain. Ini merupakan topik baru yang terus berkembang di dunia dan diharapkan

Indonesia khususnya Yogyakarta dapat mengikuti perkembangan *jewellery* tersebut. Pengembangan teknologi ini juga melibatkan sentra usaha kecil dan menengah (UKM) khususnya pengrajin logam sehingga variasi desain produk yang dihasilkan terus bertambah dan dapat bersaing dengan produk luar negeri. Berbagai macam produk artistik yang sudah dihasilkan oleh PSTI-UAJY dengan teknologi berbasis CAD-CAM mulai dari gantungan kunci, aksesoris bros, cincin, liontin, patung, hiasan logam, *artistic packaging*, *artistic tableware*, dan lain sebagainya.

Cincin adalah salah satu produk artistik yang dikembangkan, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) cincin adalah sebuah perhiasan yang berbentuk lingkaran kecil yang dipakai di jari, ada yang bermata dan ada yang tidak. Sedangkan perhiasan menurut KBBI adalah barang apa yang dipakai untuk berhias, maka secara tidak langsung cincin memiliki fungsi menjadi pelengkap penampilan untuk meningkatkan kepercayaan diri pemakai. Cantik tidaknya cincin diawali dari bentuk desain cincin itu sendiri, semakin cantik bentuknya maka pemakai akan semakin bangga menggunakannya. Desain variasi cincin ini tidak akan pernah habis, sehingga sangat dimungkinkan untuk adanya penelitian lebih lanjut tentang cincin ini khususnya cincin artistik. Alasan selanjutnya adalah masih banyak UKM pengrajin perhiasan logam yang masih menggunakan teknik konvensional. Teknik ini dalam proses pembuatannya membutuhkan waktu lebih lama, tenaga lebih banyak, jumlah output produk terbatas dan kualitas dari kontinuitas sebuah produk yang dihasilkan belum tentu sama.

Seiring dengan perkembangan teknologi yang terus maju, maka kendala-kendala yang telah disebutkan bisa dihilangkan yaitu dengan mencoba mengaplikasikan teknologi CAD-CAM untuk menciptakan produk cincin artistik. Menurut Departemen dan Pelatihan *The Goldsmiths Company* (2010) tahap pertama dimulai dari membuat desain 3D produk cincin artistik. *Software* 3D CAD *Jewell* yang dikembangkan khusus untuk mendesain produk cincin artistik seperti *software Rhino*, *3Design CAD6*, *ArtCAM JewelSmith*, *Delcam Designer*, *ArtCAM family*, dan *JewelCAD*. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, *software ArtCAM JewelSmith* termasuk salah satu *software Artistic CAD-CAM* yang paling mudah digunakan (*easy to use*) dan memiliki bermacam-macam fungsi serta fitur *3D modelling* (*high versatile product*).

Selanjutnya PSTI-UAJY sendiri telah berkerja sama dengan Delcam dalam mengembangkan desain produk cincin artistik sejak tahun 2008 namun belum optimal. Produk dari Delcam ini bermacam-macam, tidak hanya membuat *software 3D modelling (PowerShape)* namun juga menciptakan *software* untuk tahapan permesinan (*PowerMill*), kemudian Delcam sendiri memiliki nilai plus karena memiliki produk *software 3D CAD* berbasis artistik beserta teknologi permesinannya, biasa disebut *ArtCAM*. PSTI-UAJY sendiri sudah mengaplikasikan teknologi CAD-CAM untuk membuat produk cincin artistik sejak tahun 2012 oleh Ratna Sari dan Gracia Stefani sebagai bentuk penerapan mata kuliah Perancangan Sistem Terpadu (PST). Awal pengembangan cincin berbasis CAD-CAM tersebut menggunakan teknologi *3D Printing (Additive Prototyping)*. Sistem ini bekerja dengan menambahkan material secara *layer per layer* dan bertahap sampai terbentuk produk yang diinginkan. Kemudian hasil *3D Printing* yang berbahan *vero white* dijadikan sebagai master produk cetakan untuk proses pembuatan cincin dengan metode *Investmen Casting*. Proses produksi dengan metode *casting* adalah metode yang terbaik untuk meniru (*copycad*) dan memperbanyak produk. Metode *casting* ini memiliki jaminan bahwa hasil cetakannya pasti memiliki bentuk yang sama dengan master produknya (Wannarumon, 2011). Kualitas produk yang baik akan dihasilkan dari cetakan yang baik, dan cetakan yang baik akan dihasilkan dari master produk yang baik. Master produk harus dibuat sebaik mungkin, agar hasil produk yang dihasilkan baik pula. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ratna dan Gracia pada tahun 2013 master produk yang dihasilkan dari *3D Printing Objet 30 Pro* tidak mampu untuk mengerjakan produk yang memiliki relief yang terlalu detil dan kontur sangat rumit, sehingga pada waktu itu yang dibuat adalah cincin wanita polos. Pada master produk yang dihasilkan juga terlihat *marking* garis horisontal bekas penambahan material secara *layer per layer*. Hal ini juga dapat dilihat pada hasil cetakan cincin berbahan perak (hasil kuliah PST) yang masih belum sempurna. Selain itu master produk berbahan *vero white* memiliki titik lebur lebih tinggi dari *wax* sehingga output yang dihasilkan kurang maksimal karena tidak lebur sempurna. Hal ini menyebabkan perlu adanya perlakuan tambahan untuk membuat model lilin terlebih dahulu.

Berdasarkan kekurangan pada penelitian terdahulu diperlukan inovasi lain untuk memperbaiki proses pembuatan cincin berbasis CAD-CAM. Teknologi *Subtractive Prototyping* yang dikenalkan oleh Deepa Saching Ghag dan Jayesh

J. Dange (2013) akan diaplikasikan dalam tulisan ini sebagai alternatif lain untuk menyelesaikan masalah tersebut. *4-axis CNC milling* pada teknologi ini digunakan untuk mendapatkan master produk cincin artistik berbahan *wax*. Teknologi *4-axis CNC milling* sebenarnya terdiri dari teknologi *3-axis CNC milling* ditambah *Rotary Table* agar *cutter* bisa menjangkau keseluruhan bagian cincin. Laboratorium proses produksi PSTI memiliki infrastruktur tersebut, namun sejak tahun 2010 belum dikembangkan secara maksimal, sehingga perlu uji coba untuk mendapatkan seting parameter permesinan yang terbaik.

Produk cincin artistik yang akan digunakan sebagai penelitian adalah produk cincin artistik yang memiliki relief yang detil seperti relief aksara jawa (hasil desain dari kuliah PST TA genap 2014/2015) dan bentuk model figur animasi seperti Iron Man dan Dart Vader (Star Wars). Proses CAM akan dilakukan dengan bantuan software *ArtCAM 2013* karena memiliki fitur pembuatan *toolpath strategy* untuk permesinan *CNC 4-axis milling*.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas terdapat masalah bahwa pada saat ini pengembangan teknologi CAM untuk pembuatan master produk cincin artistik khususnya di laboratorium proses produksi PSTI belum maksimal. Permasalahan yang pertama adalah master produk cincin dengan teknologi *3D Printing* akan menambah tahapan proses *Investment Casting*, tentu ini akan menambah waktu produksi dan biaya. Permasalahan yang kedua adalah hasil master produk *3D Printing* masih terdapat *marking* garis horisontal, tanda tersebut tetap akan terlihat pada saat dicor logam. Permasalahan ketiga adalah presentase *shrinkage* ukuran cincin dari model 3D CAD sampai produk jadi terlalu besar sekitar 20% yang membuat hasil produk kurang akurat (Gracia, 2013). Keempat adalah adanya *Rotary Table* yang belum dimaksimalkan sebagai *tools* untuk membentuk master produk cincin berbahan *wax*, padahal dengan teknologi ini sangat dimungkinkan untuk membentuk permukaan cincin secara detil dan menghasilkan permukaan yang halus. Oleh karena itu pada penelitian kali ini penulis mencoba menjelaskan proses *Subtractive Prototyping* dalam membuat master produk cincin artistik berbasis CAD-CAM dengan menerapkan teknologi *4-axis CNC Milling* untuk membuat master produk cincin artistik dan melakukan perbandingan kualitas dan waktu prosesnya antara dua metode tersebut.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a. Mengevaluasi aplikasi metode *Subtractive Prototyping* untuk proses CAM pada pembuatan master produk cincin artistik, dengan memanfaatkan teknologi *4-axis CNC Milling*.
- b. Mendapatkan *4 axis Machining toolpath strategy* dan parameter yang terbaik untuk proses pembuatan prototipe cincin.
- c. Mendapatkan perbandingan hasil kualitas prototipe/ master produk cincin teknologi *4-axis CNC Milling* (metode *Subtractive Prototyping*) dengan teknologi *3D Printing* (metode *Additive Prototyping*).

### 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah bertujuan untuk mempersempit ruang lingkup masalah sehingga tujuan dan pembahasan penelitian menjadi terarah dan jelas. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Desain cincin yang dipilih adalah desain cincin artistik yang memiliki relief aksara jawa dan memiliki bentuk figur animasi, beberapa desain alternatif diambil dari situs 3D STL dengan status "*open source*". Status *open source* menunjukkan bahwa kita dapat mengunduh sebuah file 3D STL secara gratis, tanpa dituduh melakukan penjiplakan atau melanggar hak cipta.
- b. Pembuatan desain model 3D dan *4 axis toolpath strategy* menggunakan *software ArtCAM 2013*
- c. Proses pembuatan master produk dilakukan di Laboratorium Proses Produksi menggunakan teknologi *4-axis CNC Milling Machine*.
- d. Penulis bekerja sama dengan Balai Besar Kebudayaan dan Batik (BBKB) sebagai tempat dilakukannya proses produksi cincin menggunakan metode *Investment Casting*.
- e. Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *CNC Milling Roland MDX-40R* dengan *Rotary Table ZCL-40*.
- f. Alat bantu, alat ukur dan alat potong/ *cutter* yang digunakan dalam penelitian adalah peralatan yang terdapat di Laboratorium Proses Produksi PSTI-UAJY.